

PAT-NO: JP409019163A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09019163 A  
TITLE: POWER CONVERTER FOR ELECTRIC VEHICLE  
PUBN-DATE: January 17, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
TAKESO, MASANORI  
HAMADA, HARUKI  
KUDO, MITSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP07162356  
APPL-DATE: June 28, 1995

INT-CL (IPC): H02M007/48, B60L003/00, H05K007/20

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a power converter for electric vehicles which can cool efficiently respective electronic parts mounted in arbitrary positions on its heat sink.

CONSTITUTION: On the flat surface of a heat sink 10 made of a good heat conductive member on whose rear surface many cooling grooves are formed, semiconductor electronic parts are provided, and on the rear surface of the heat sink a base 12 is fixed, and further, in the space configured out of the rear surface of the heat sink and the base a cooling groove

portion for feeding and circulating a cooling water for cooling the semiconductor electronic parts is provided, and moreover, cooling water inlet and outlet pipes are connected respectively with the cooling groove portion via flow dividing and joining tanks. The groove portion for the cooling water comprises a plurality of grooves for making the cooling waters flow among many parallel thin fins serving as heat exchanging fins, and the flow dividing tank has the function of an inlet distributor for guiding the cooling waters uniformly into the respective grooves of the groove portion for the cooling water.

COPYRIGHT: (C) 1997, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-19163

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 02 M 7/48		9181-5H	H 02 M 7/48	Z
B 60 L 3/00			B 60 L 3/00	J
H 05 K 7/20			H 05 K 7/20	P

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全8頁)

(21)出願番号	特願平7-162356	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成7年(1995)6月28日	(72)発明者	武曾 喬範 茨城県ひたちなか市大字高堀2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内
		(72)発明者	浜田 晴喜 茨城県ひたちなか市大字高堀2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内
		(72)発明者	工藤 光夫 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74)代理人	弁理士 高田 幸彦

(54)【発明の名称】 電気車用電力変換装置

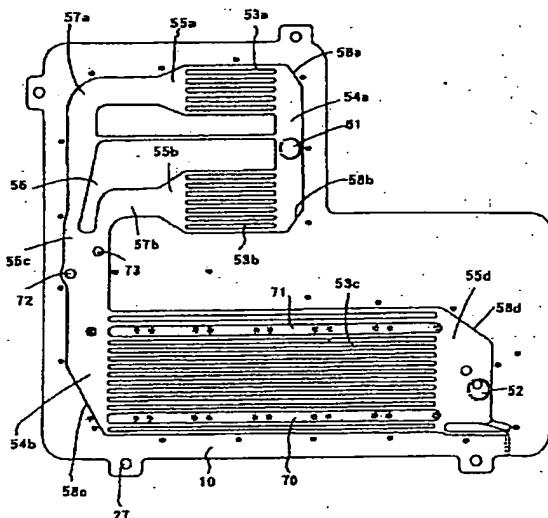
(57)【要約】

【目的】ヒートシンク上の任意の位置に取付けられた各電子部品に対して効率良く冷却できる電気自動車用電力変換装置を提供する。

【構成】良熱伝導性部材からなり裏面に多数の冷却溝が形成されたヒートシンク10の平坦な表面上に半導体電子部品を配置し、ヒートシンクの裏面にベース12を固定し、ヒートシンクの裏面とベースとで構成される空間に半導体電子部品を冷却するための冷却水を供給、循環させる冷却溝部53を設け、該冷却溝部に分流タンク54、合流タンク55を介して冷却水入口パイプ、冷却水出口パイプを接続した。冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝から構成され、分流タンクは冷却水を冷却水用溝部の各溝に均一に導く入口ディストリビュータの機能を備えている。

【効果】冷却能力が大きく小型で実装密度が高いヒートシンクを備えた電気車用電力変換装置を提供できる。

図 7



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の半導体電子部品を備えた電気車用電力変換装置において、良熱伝導性部材からなり裏面に複数の冷却溝が形成されたヒートシンクの平坦な表面上に発熱性の半導体電子部品を配置し、前記ヒートシンクの裏面にベースを固定し、前記ヒートシンクの冷却溝と前記ベースとで構成される空間に前記各半導体電子部品を冷却するための冷却水を供給、循環させる冷却溝部を設け、各冷却溝部に分流タンク、合流タンクを介して冷却水入口パイプ、冷却水出口パイプを接続したことを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項2】 複数の半導体電子部品を含み、直流電源を交流電源に変換して電気車駆動用の電動機に供給する電気車用電力変換装置において、良熱伝導性部材からなるヒートシンクの表面上に発熱性半導体電子部品を含む複数の前記半導体電子部品を配置し、前記ヒートシンクの裏面側にベースを固定し、前記ヒートシンクの裏面でかつ前記発熱性半導体電子部品に対応する位置に、それぞれ複数の冷却溝を有する冷却溝部を設け、前記ヒートシンク上の前記各冷却溝部の各両端位置に設けられた分流タンク、合流タンクを介して前記各冷却溝部を冷却水入口パイプ、冷却水出口パイプに接続したことを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の電気車用電力変換装置において、前記複数の冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝が形成されており、前記分流タンクは、前記冷却水入口パイプに連結されており、冷却水を前記冷却水用溝部の各溝に略均一に導く入口ディストリビューターの機能を備えていることを特徴とする電気車用電力変換装置のヒートシンク。

【請求項4】 請求項1または2記載の電気車用電力変換装置において、前記複数の冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝から構成されており、前記合流タンクは、各冷却水用溝部の出口側に設けられ前記各溝から流れ出た冷却水を1つに合流させる機能を有していることを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項5】 請求項1または2記載の電気車用電力変換装置において、前記複数の冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝が構成された第1、第2、第3の冷却水用溝部からなり、前記第1、第2の各冷却水用溝部は入口が前記冷却水入口パイプに連結された第1の分流タンクに接続され、該第1、第2の各冷却水用溝部の出口側はそれぞれ第1、第2の合流タンクに接続され、該第1、第2の合流タンクはさらに合流ガイドで区分された第1、第2のL字形流路を経て、第3の合流タンクに接続され、該第3の合流タンクに接続された第2の分流タンクを介して冷却水を前記第3の冷却水用溝部の各溝に

2

均一に導き、該第3の冷却水用溝部の出口側に設けられた第4の合流タンクが前記冷却水出口パイプに連結されていることを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項6】 請求項5記載の電気車用電力変換装置において、前記第1、第2のL字形流路はそれぞれ途中で略直角に曲がり、各L字形流路の先端部は略平行に前記第3の合流タンクに向かうように構成されていることを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項7】 請求項5記載の電気車用電力変換装置において、前記第1のL字形流路の先端部と前記第2のL字形流路の先端部との面積比が、前記第1、第2の冷却水用溝部の溝の面積比に対応する大きさに設定され、前記第1、第2のL字形流路間に合流ガイドが設けられ、これにより前記2組の冷却水用溝部から流れ出た冷却水を均一に前記第3の合流タンクへ導くように構成されていることを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項8】 請求項5記載の電気車用電力変換装置において、前記各分流タンク及び各合流タンクの側部分には、冷却水のディストリビューションを改善するための傾斜壁がそれぞれ設けられていることを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項9】 請求項1ないし8のいずれかに記載の電気車用電力変換装置において、前記複数の電子機器は、少なくともIGBT及びDC/DCコンバータを含むことを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項10】 請求項3ないし8のいずれかに記載の電気車用電力変換装置において、前記冷却水用溝部の各熱交換用フィンの幅は、該各フィン間の溝の間隔とほぼ等しいことを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項11】 請求項3ないし8のいずれかに記載の電気車用電力変換装置において、前記ヒートシンクの外縁部の高さは、フィンの高さよりも約0.1~0.2mm高いことを特徴とする電気車用電力変換装置。

【請求項12】 請求項1ないし8のいずれかに記載の電気車用電力変換装置のヒートシンクにおいて、前記ヒートシンクはダイキャスト、プレスにより一体に製造されていることを特徴とする電気車用電力変換装置のヒートシンク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電気車用電力変換装置に係わり、特に、電気部品及び電子部品を水冷方式で冷却するヒートシンクを備えた電気自動車用電力変換装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電気自動車等の電気車において、動力源として交流電動機を用いる場合は、バッテリ電源からの直流を交流に変換する必要があり、そのためIGBTやDC/DCコンバータ等の半導体部品を電力変換装置に搭載している。この電力変換装置においては、特にI

50

GBTからの発熱が顕著であり、電力変換装置を効率的に冷却する必要がある。

【0003】一般に、電気自動車用電力変換装置の冷却は特開昭47-31317号公報などで知られているように空冷方式が主流である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術には次のような問題がある。電気自動車では車両の走行特性の向上要求から駆動用電動機が高出力型化の傾向にあり、大きな電力を変換する電力変換装置から発生する熱量も大きくなっている。上記従来技術は空冷方式であるため、冷却能力を大きくする場合は冷却システムが非常に大型化し、車両搭載上スペース及び強度上の問題が発生する。

【0005】この問題を解決するために、水冷方式も提案されている。例えば電気車用電力変換装置の電子部品を良熱伝導性のヒートシンクの一方の面上に配置し、ヒートシンクの他方の面に冷却パイプを接触して取付け、冷却パイプの両端を入口及び出口ディストリビュータに接続して該冷却パイプを複数化し、その複数本の冷却パイプを前記電子部品の下側を通るように屈曲して引回し、冷却水を循環させて冷却する構造が提案されている。

【0006】この構成によれば、ヒートシンクに接触して取付けた冷却パイプを複数化することにより、冷却したい部品に対して冷却パイプを配列するための引回しが可能となり、その複数本の冷却パイプが各電子部品の下側を通るようにすることにより、多くの電子部品を水冷方式で冷却することが可能となる。

【0007】しかし、筒状の冷却パイプとヒートシンクとの接触面が冷却パイプの上面に限られた狭い接触面となるため、冷却パイプとヒートシンクの熱伝導関係が均一、かつ充分でなく、したがってヒートシンクに固定された電子部品を均一に冷却できない。特に、電子部品の実装密度を高めたい場合、冷却したい部品に対して冷却パイプをきめ細かく配列するための引回し、すなわち冷却パイプの曲げに制限があり、ヒートシンクに高密度に取付けた各電子部品に対して効率良く冷却するのが困難であった。

【0008】本発明の目的は、ヒートシンク上の必要とされる全ての個所に対して一様な冷却能力を発揮し、従ってヒートシンク上の任意の位置に取付けられた各電子部品に対して効率良く冷却することができる電気自動車用電力変換装置を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、ヒートシンクに高密度に取付けた各電子部品に対して効率良く冷却することができる、小型で軽量な電気車用電力変換装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、本発明による電気車用電力変換装置は、良熱伝導性部材からなり裏面に複数の冷却溝が形成されたヒートシンクの平坦な表面上に発熱性の半導体電子部品を配置し、前記ヒートシンクの裏面にベースを固定し、前記ヒートシンクの冷却溝と前記ベースとで構成される空間に前記各半導体電子部品を冷却するための冷却水を供給、循環させる冷却溝部を設け、各冷却溝部に分流タンク、合流タンクを介して冷却水入口パイプ、冷却水出口パイプを接続したことを特徴とする。

10 【0011】本発明の他の特徴は、良熱伝導性部材からなるヒートシンクの表面上に発熱性半導体電子部品を含む複数の前記半導体電子部品を配置し、前記ヒートシンクの裏面側にベースを固定し、前記ヒートシンクの裏面でかつ前記発熱性半導体電子部品に対応する位置に、それぞれ複数の冷却溝を有する冷却溝部を設け、前記ヒートシンク上の前記各冷却溝部の各両端位置に設けられた分流タンク、合流タンクを介して前記各冷却溝部を冷却水入口パイプ、冷却水出口パイプに接続したことにある。

20 【0012】本発明の他の特徴は、電気車用電力変換装置において、前記複数の冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝から構成されており、前記合流タンクは、各冷却水用溝部の出口側に設けられ各溝から流れ出た冷却水を1つに合流させる機能を有していることにある。

【0013】本発明の他の特徴は、電気車用電力変換装置において、複数の冷却水用溝部は、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水を流す複数の溝が構成された第1、第2、第3の冷却水用溝部からなり、前記第1、第2の各冷却水用溝部は入口が前記冷却水入口パイプに接続された第1の分流タンクに接続され、該第1、第2の各冷却水用溝部の出口側はそれぞれ第1、第2の合流タンクに接続され、該第1、第2の合流タンクはさらに合流ガイドで区分された第1、第2のL字形流路を経て、第3の合流タンクに接続され、該第3の合流タンクに接続された第2の分流タンクを介して冷却水を前記第3の冷却水用溝部の各溝に均一に導き、該第3の冷却水用溝部の出口側に設けられた第4の合流タンクが前記冷却水出口パイプに接続されていることにある。

【0014】

【作用】以上のように構成した本発明においては、複数の冷却水用溝部の各溝から流れ出た冷却水は、各冷却水用溝部の出口側に設けられた合流タンクにそれぞれ集められ、冷却水はさらに、合流ガイドで区分された一对のL字形流路を経て、1つの合流タンクに流れ込む。合流タンクに接続された分流タンクを介して冷却水を他の冷却水用溝部の各溝に均一に導く入口ディストリビュータの機能を備えており、冷却水は前記他の冷却水用溝の中を流れ、出口側に設けられディストリビュータの機能を備

えた合流タンクに集められ、該合流タンクは冷却水出口パイプに連結されている。良熱伝導性部材からなるヒートシンクの表面上に装着された発熱性半導体電子部品の熱は、ヒートシンクの背面の冷却水用溝部を介して循環する冷却水と熱交換され、ラジエータで効果的に冷却される。

【0015】本発明によれば、冷却能力が大きく小型で実装密度が高いヒートシンクを備えた電気車用電力変換装置を提供できる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づき説明する。図1は本発明が適用される電気自動車用コントローラ及び電動機の冷却システムを示すものである。この冷却システムは、直流電源を交流に変換して電動機2に供給する電力変換装置1と、電気自動車の車輪を駆動する電動機2と、冷却媒体冷却用ラジエータ3と、電動式ポンプ4とをそれぞれ冷却パイプラ5で連結している。7はバッテリーであり、コントローラ8により電力変換装置1を制御することにより電動機2への供給出力が制御される。

【0017】冷却パイプラ5には冷媒である不凍液が封入され、冷却用ラジエータ3の側面には、冷媒を強制冷却するためのラジエータファンモータ6が取付けられている。

【0018】上記構成において電力変換装置1と電動機2から発生する熱量はほぼ同程度であるが、電力変換装置1を構成しているトランジスター、コンデンサー等の電子部品の発熱が150°C以上と非常に高く、耐熱性の低い電子部品としては温度環境が非常に厳しい。従って、システムの冷却順序としては電力変換装置1の冷却を優先し、次に耐熱性の高い電動機2を冷却するように配置し、熱的バランスを良くして効果的に冷却するように構成している。

【0019】最大冷却を必要とするときは、通常、夏で外気温度が40°C以上と高い時で電動機がフルパワーの時に十分冷却できるようにラジエータ3の能力、ラジエータファンモータ6の風量及び電気式ポンプ4の循環流量を設定しておく。

【0020】図2は電気自動車用電力変換装置の主要部の回路構成を示す図であり、14はバッテリ電源7からの直流を3相（U相、V相、W相）交流に変換する半導体部品であるIGBTであり、U相、V相、W相用にそれぞれ上アーム、下アーム1組ずつある。各IGBTのゲートはC/U基板上のコントローラ8に接続されている。17はバッテリー7と平滑コンデンサ15の間に接続されたDC/DCフェライトコア、19はスナバコンデンサ、20（20A、20B）は電流センサ、21はスナバ抵抗器である。IGBT14の出力がACフェライトコア22を介して電動機2へ供給される。DC/DCフェライトコア17、ACフェライトコア22は、電

力変換装置が外部のノイズの影響を受けたり外部の装置（車載のAMラジオ）にノイズを与えるのを排除するために設けられている。

【0021】図3は、本発明の特徴である電気自動車用電力変換装置の基板を兼ねるヒートシンク10の正面図、図4は図3の上面図、図5は図3に補助基板を装着した上面図である。ヒートシンク10の表面上には、発熱部材である6個のIGBT14と、平滑コンデンサ15とDC/DCコンバータ16等の電気部品及び電子部品が搭載されている。ヒートシンク10は、アルミニウム合金等の良熱伝導性の金属板から構成されている。なお、IGBTの個数は、その能力に応じて3の倍数となる。

【0022】図3に示すように、ヒートシンク10の背面には、ベース12が固定されている。ヒートシンク10の裏面とベース12の間の空間には、発熱部材であるIGBT14等の電気部品及びその他の電子部品を冷却するための冷却部が設けられており、この冷却部に冷却水を供給、循環させる冷却水入口パイプ51、冷却水出口パイプ52が接続されている。なお、冷却部については図7以下で詳細に説明する。

【0023】ヒートシンク10は、図6の上面図、図7の下面図、図8の側面図から明らかのように、背面に多数の溝を有する薄い板状の部材である。

【0024】図6に示すとおり、ヒートシンク10の表面は平坦であり、IGBT14やDC/DCコンバータ16の取付ネジ穴140、160やその他の電子部品を固定するための取付ネジの穴が多数設けられている。また、23は、IGBT14の保護のためにIGBTの温度を測定するサーミスタ埋込用の溝である。

【0025】ヒートシンク10は比較的厚肉の板であり、図4に示すとおりその表面には、発熱部材であるIGBT14やDC/DCコンバータ16及び重量の重い部材である平滑コンデンサ15、フェライトコア17、22が設置されている。さらに平滑コンデンサ15に比べて高さの低いIGBT14の上面には、図5に示すとおり、薄い補助基板が配置されており、この補助基板25には軽量のスナバコンデンサ19が設置されている。補助基板25あるいはその上にコントローラ8も搭載可能である。このようにして、ヒートシンク10の上の実装密度を高めることができる。なお、DC/DCコンバータ16には、発熱部16A、16B部分が含まれている。27は車体取付用の穴である。

【0026】ヒートシンク10の裏面には、冷却部50を構成する凹凸部（フィンと溝部、タンク部及びガイド部）が形成されている。すなわち、ヒートシンク10の裏面は、複数の冷却水用溝53a、53b、53cと、分流タンク54a、54bと、合流タンク55a、55b、55c、55dと、合流ガイド56等から構成されている。ヒートシンク10は、上記各凹凸部を備えた形

状として、ダイキャストやプレスなどにより一体に製造される。一例として、フィンや各溝部の幅は4~6mm、高さは8~10mmである。各フィンと溝の幅をほぼ等しくすることにより、冷却性能を高めることができる。冷却水用溝53cには、やや幅の広い凸部（フィン）70, 71が有る。これは、IGBT14の取付部であり、この取付部よりも外側まで凹凸部（フィンと溝部）が設けられている。これにより、IGBT14を外周部からも十分に冷却することができる。合流ガイド56の中に設けられたビン72, 73は、フェライトコア17の取付部である。合流ガイド56の冷却水の流れの障害とならない範囲で、この合流ガイドを利用して各種電子部品を取付部を設けることにより、ヒートシンク10の上の実装密度をより一層高めることができる。

【0027】冷却水用溝53a, 53b, 53cは、それぞれ、熱交換用のフィンとしての多数の平行な薄いフィンの間に冷却水用を流す複数の溝から構成されている。分流タンク54aは、冷却水入口パイプ51に連結されており、冷却水を冷却水用溝53a, 53bの各溝に均一に導く入口ディストリビュータの機能を備えている。

【0028】各溝から流れ出た冷却水は、冷却水用溝53a, 53bの出口側に設けられた合流タンク55a, 55bにそれぞれ集められ、冷却水はさらに、合流ガイド56で区分されたL字形流路57a, 57bを経て、1つの合流タンク55cに流れ込む。合流タンク55cは、分流タンク54bにつながっている。

【0029】分流タンク54bは、冷却水を冷却水用溝53cの各溝に均一に導く入口ディストリビュータの機能を備えている。冷却水は冷却水用溝53cの中を流れ、出口側に設けられた合流タンク55dに集められる。合流タンク55dは、出口ディストリビュータの機能を備え、冷却水出口パイプ52に連結されている。

【0030】図7から明らかなとおり、各冷却水用溝53a, 53b, 53cは、IGBT14等の電子機器の下側を通るように配設されている。特に、冷却水用溝53cは、IGBT14の矩形の配置領域の下を通るように、当該配置領域の入口部分の分流タンク54bから分流されてIGBT14の出口部分の合流タンク55dで合流され、IGBT14の配置領域の外にまでレイアウトされている。これにより6個のIGBT14の全て下側を複数本の冷却通路が通り、IGBT14の全てを可能な限り一様に冷却するようにしている。

【0031】また、DC/DCコンバータ16は図4に示すごとく矩形をしており、2組の冷却水用溝53a, 53bによって、DC/DCコンバータの発熱部16A, 16B部分が冷却される。

【0032】L字形流路57a, L字形流路57bは、途中で略直角に曲がり、それらの先端部は略平行に、合流タンク55cに向かうように構成されている。また、

L字形流路57a, L字形流路57bの先端部はそれぞれ対応する2組の冷却水用溝53a, 53bの幅に対応する大きさとなるように、合流ガイド56が流路に対し傾斜して設けられている。これにより、2組の冷却水用溝53a, 53bから流れ出た冷却水の流速Vを等しくし、それによって圧力損失を最小とし、冷却水を均一、一様に合流タンク55cへ導くことができる。

【0033】冷却水の流速Vは、0.5~1.0m/秒程度、好ましくは、0.7~0.8m/秒にするのが良い。その結果、D/C/DCコンバータ16を可能な限り一様に冷却することができるとともに、冷却水によるヒートシンク10及びベース12の腐食を最小に抑えることができる。

【0034】分流タンク54a, 54b及び合流タンク55dの各側部には、それぞれ傾斜壁58a, 58b, 58c, 58dが設けられており、これによって冷却水のディストリビューションが改善される。

【0035】このように複数本の冷却水用溝53a, 53b, 53cは、互いにほぼ平行に並走し、ヒートシンク10に取付けられたIGBT14, D/C/DCコンバータ16等の電気部品及び電子部品を効率的に冷却するようにレイアウトされている。

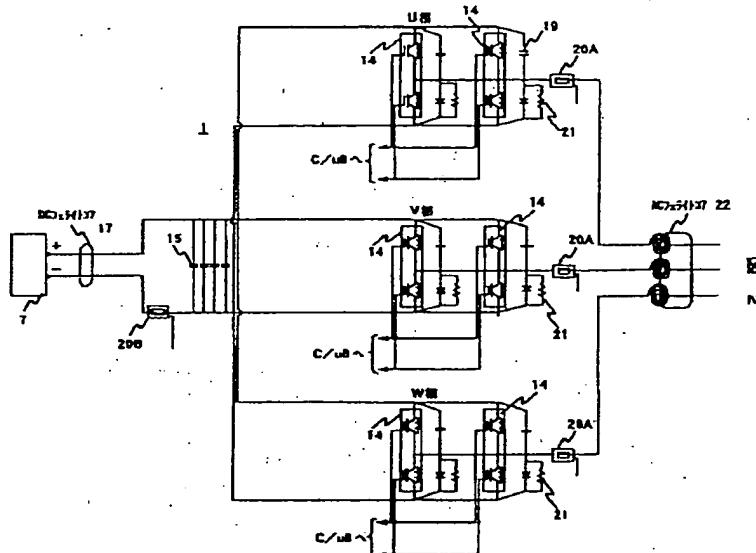
【0036】上記構成において、冷却水用溝53a, 53b, 53cは複数本化されているため、不凍液の流水抵抗を減少させかつ冷却したい部品に対する冷却水の供給を容易にしている。これにより、ヒートシンク10上に実装される電子部品の配置の制約が少なく、電子部品の実装密度を高くすることができる。

【0037】図9, 図10に、ヒートシンク10とベース12の関係を示している。ヒートシンク10には、すでに述べたとおり、冷却水用溝53a, 53b, 53cを構成する多数のフィン60と、各フィンの間の溝61とが設けられ、これらはダイキャストやプレス成型などにより一体成型される。ヒートシンク10の外縁には、ネジ63によってベース12が固定されている。ヒートシンク10の外縁部62の高さb<sub>1</sub>は、フィン60の高さb<sub>2</sub>よりも若干高くなっている。その高さの差、すなわち、b<sub>1</sub>-b<sub>2</sub>は、約0.1~0.2mmとするのが良い。この高さの差によって、ヒートシンク10とベース12間の機密を確保し、冷却水が外部に漏れ出ないようになっている。なお、ダイキャスト加工されたヒートシンク10の外縁部62は、機械加工によりb<sub>1</sub>の高さに仕上げられ、フィン60はダイキャスト加工のままで使用される。従って、コスト的に安価である。

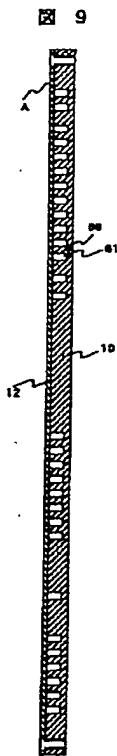
【0038】フィン60をベース12の側ではなく、ヒートシンク10の側に一体に設けたことにより、冷却水とヒートシンク10の接觸面積を大きくすることができ、これによりヒートシンク10に固定された発熱部品の発する熱を効率よく冷却水に伝達して冷却効率を高めることができる。



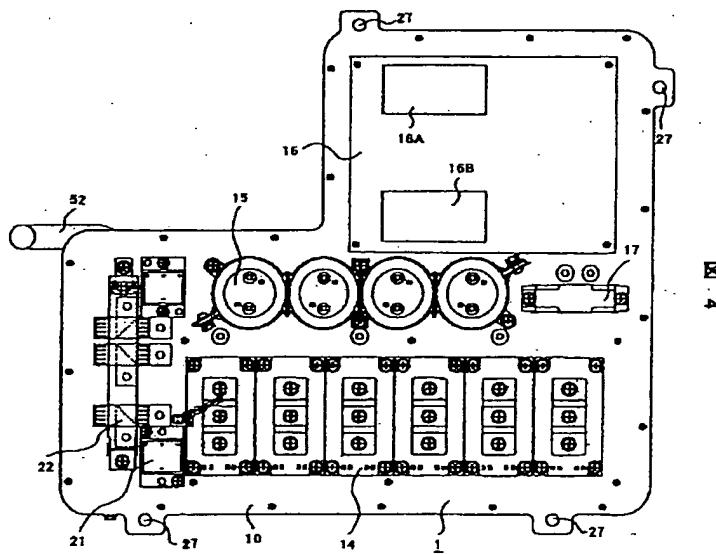
【図2】



【図9】

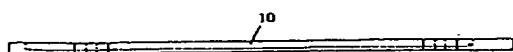


【図4】



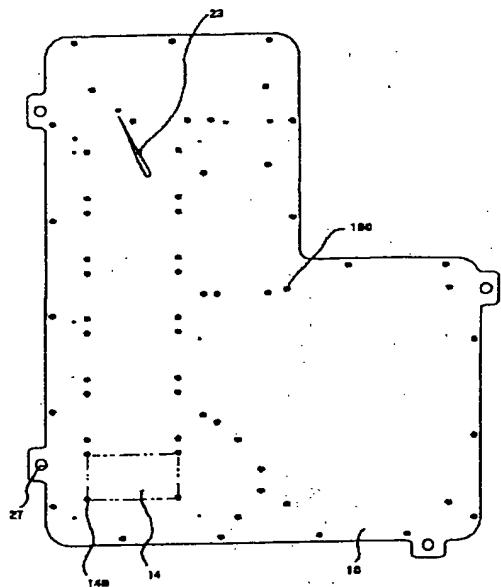
【図8】

図 8



【図6】

図 6



【図7】

図 7

